Aus der I. Medizinischen Klinik in München
Vorstand: Professor Dr. Stepp

Die Polarisationskapazität der menschlichen Haut.

Normalwerte der passiv-elektrischen Eigenschaften.

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
in der gesamten Medizin

verfaßt und einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Bayerischen Ludwig-Maximilians-Universität
zu München

vorgelegt von
Georg Lorenz
appr. Arzt
München

1939

Hansadruckerei, Inhaber Hans Schneider jun., München 13, Arcisstr. 61

Aus der I. Medizinischen Klinik in München
Vorstand: Professor Dr. Stepp

Die Polarisationskapazität der menschlichen Haut.

Normalwerte der passiv-elektrischen Eigenschaften.

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
in der gesamten Medizin

verfaßt und einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Bayerischen Ludwig-Maximilians-Universität
zu München

vorgelegt von
Georg Lorenz
appr. Arzt
München

1939

Hansadruckerei, Inhaber Hans Schneider jun., München 13, Arcisstr. 61

Berichterstatter: Oberarzt Dr. Fr. Diehl

Tag der mündlichen Prüfung: 21. Dezember 1938

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

I. EINLEITUNG.

ZUR THEORIE DER PASSIV-ELEKTRISCHEN EIGENSCHAFTEN VON GEWEBEN.

Um sich ein Bild von den elektrischen Eigenschaften der menschlichen Haut zu machen, geht man von der Tatsache aus, daß durch die Passage durch den menschlichen Körper ein Wechselstrom von niedriger Spannung gewisse Veränderungen erfährt, die, genau genommen, in einer Wechselwirkung zwischen Gewebe und elektrischem Strom bestehen. Warum man bei den Untersuchungen Wechselstrom und nicht Gleichstrom verwendet, erklärt sich ganz einfach daraus, daß beim Anlegen einer Gleichspannung das Gewebe bleibend verändert würde, so daß von einer Prüfung der mikroelektrischen Vorgänge in der menschlichen Haut nicht mehr die Rede sein könnte. Die Wechselwirkung im stromdurchflossenen Leiter tritt nun einerseits als Phasenverschiebung des zeitlich veränderlichen Stromes, andererseits als Polarisierungsvorgang an den Zellgrenzflächen — nichts anderes als Aenderung der Elektrolytkonzentration — auf, wobei die graphisch leicht darstellbare Phasenverschiebung (der Spannung gegenüber der Stromstärke) als Maß für die Polarisierungsvorgänge dient.

Letztere verhalten sich in ihrer Bildung von elektromotorischen Gegenkräften genau so wie Polarisationszellen (Gildemeister), bei denen man ebenso wie beim Kondensator von einer Kapazität gegenüber dem elektrischen Strom spricht. Diese Polarisationskapazität ist um so größer, je langsamer sich die Gegenspannung entwickelt und der Polarisierbarkeit eines Leiters umgekehrt proportional.

Die Bedeutung dieser Größe erhellt vor allem daraus, daß — wie Gildemeister, der überhaupt die Grundlagen für dieses Teilgebiet der Physiologie schuf, nachweisen konnte, und Diehl

in der Arbeit „Studien zur Permeabilität der menschlichen Haut unter verschiedenen Bedingungen und bei Erkrankungen der Schilddrüse" weiter ausführte — die Polarisierbarkeit ein bequemes Maß für die Permeabilität eines Gewebes, also auch der Haut darstellt:

Der Widerstand eines Leiters, der von Gleichstrom durchflossen wird, beträgt nach dem Ohm'schen Gesetz: $W = \frac{E\ (\text{Spannung})}{I\ (\text{Stromstärke})}$.

Für denselben Leiter ändert sich jedoch der Widerstandswert, wenn Wechselstrom hindurchgeschickt wird. Zu dem gewöhnlichen Ohmschen Widerstand, auch Wirkwiderstand Ww genannt, tritt dann noch ein Summand hinzu, der kurz als Blindwiderstand W_b bezeichnet wird und für den, bei einer Frequenz von N Hertz und einer Kapazität von C Mikrofarad des Leiters, folgende Formel aufgestellt wurde:

$$W_b = \frac{1}{2 \pi N C}$$

Im ganzen gilt für den Wechselstromwiderstand (= Scheinwiderstand = Impedanz)

$$= \sqrt{\text{Wirkwiderstand}^2 + \text{Blindwiderstand}^2}.$$

Schließlich kann man für die Phasenverschiebung (φ) setzen:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\text{Blindwiderstand}}{\text{Wirkwiderstand}}.$$

Dieser Phasenverschiebungswinkel läßt sich gut zur Charakterisierung der Kapazität verwenden, was Lullies in seiner Arbeit „Methoden zur Messung des Widerstandes und der Polarisation von Geweben" dargelegt hat.

Zur Bestimmung von φ braucht man also nur Kapazität und Wirkwiderstand zu messen. Der schon eingangs angedeutete Zusammenhang zwischen Polarisierbarkeit und Phasenverschiebung (φ) und die ebenfalls erwähnte Permeabilität der Haut stehen hiermit alle in klarer Beziehung zu Kapazität und Wirkwiderstand.

II. FRAGESTELLUNG UNSERER UNTERSUCHUNG.

Auf den ersten Blick möchte man den Untersuchungen der Permeabilität der menschlichen Haut nur theoretischen Wert beimessen. Es bestehen jedoch gewisse quantitative Beziehungen zwischen Phasenverschiebung und Grundumsatz, so daß das Ganze immer mehr an klinischer Bedeutung gewinnen wird.

Lueg und Grassheim sowie auch Kötschau und Wohl konnten nämlich zeigen, daß Grundumsatz und Polarisationskapazität sich parallel verhalten. Auch Brazier konnte dies feststellen, allerdings unter der Modifikation, daß er nicht so sehr — wie Lueg — die Kapazitätswerte betrachtete, als vielmehr den Winkel φ.

Schließlich befaßte sich mit dem Problem Diehl, der die Frage erörterte, ob zwischen Grundumsatz und Phasenwinkel ein echter Kausalzusammenhang oder nur parallele Veränderung besteht. Eine Entscheidung darüber ist nur dann möglich, wenn als Untersuchungsgrundlagen physikalisch eindeutige Charakteristika gegeben werden. Lueg und Grassheim, sowie auch Brazier haben bei Vergleich von Kapazität und φ deshalb zufällige Werte gefunden, weil der Winkel φ, wie aus der Theorie hervorgeht, frequenzabhängig ist. Die Frequenz hat außerordentlich großen Einfluß auf die gemessenen Werte: je nachdem, ob bei großer oder kleiner Frequenz gemessen wird, ist der relative Zuwachs bei Messungen des gleichen Objektes verschieden. Es ist deswegen notwendig, bei der Entscheidung unserer Frage Werte zu gewinnen, die physikalisch eindeutig, d. h. nicht frequenzabhängig sind. Die Möglichkeit dazu besteht: Man verwendet nämlich 3 Frequenzen, mißt bei jeder den Wirkwiderstand und die Kapazität und berechnet daraus den Blindwiderstand. Wie später zu zeigen sein wird, läßt sich auf diese Weise leicht die zugehörige Phasenverschiebung bestimmen.

Ziel dieser Arbeit war, Normalzahlen aufzustellen; es wurden deshalb Messungen an 20 gesunden Versuchspersonen mit normaler Haut vorgenommen. Da der für jedes Individuum charakteristische Grundumsatzwert sich bekanntermaßen aus den (Ruhe-) stoffwechselvorgängen des ganzen Körpers zusammensetzt, müßte man theoretisch jede Hautstelle des ganzen Körpers auf ihren

Hautwinkel untersuchen. Es ist aber eine solche Zahl von Messungen technisch nicht durchführbar, so daß eine Auswahl von 8 Hautstellen getroffen wurde: Unterarm dorsal und volar, Hand (-rücken und -innenfläche), Stirn, Brust, Oberschenkel (vorn) und Unterschenkel (vorn).

III. METHODIK.

Hierin schließt sich vorliegende Arbeit eng an das von **Diehl** angegebene Verfahren an. Den Messungen liegt das von **Lapicque**

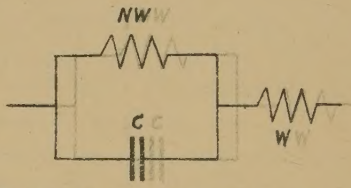


Fig. 1: Ersatzschema von Lapicque.

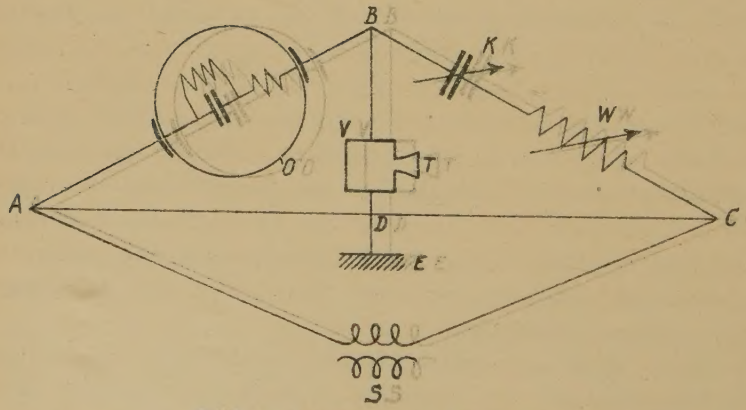


Fig. 2: Schaltschema, E-Erdung.

aufgestellte Ersatzschema für die Haut zugrunde. Es handelt sich dabei, wie aus Figur 1 hervorgeht, um eine Kapazität C, die nach

Gildemeister polarisierbar ist; in Serie mit dieser Kapazität liegt ein Ohm'scher Widerstand W und parallel zur Kapazität ein zweiter Ohm'scher Widerstand (Nebenschluß) NW. Diese Größen werden unter Außerachtlassung des der Kapazität parallel liegenden (da für normale Haut wegen seines hohen Wertes bedeutungslosen) Widerstandes in den einen Zweig der Kohlrausch'schen Brücke eingesetzt.

Man hat also (siehe Fig. 2) in der Meßbrücke links die Versuchsperson O an Elektroden, im rechten Zweig in Serie einen veränderlichen Präzisionskondensator K und einen veränderlichen kapazitätsfreien Widerstand W. Parallel zu diesen beiden Zweigen liegt der Meßdraht A C, der durch einen Schieber genau in D halbiert wurde, so daß die Brücke und der Meßdraht symmetrisch angeordnet waren und die abgelesenen Werte nicht mehr umgerechnet werden brauchten.

Ein in den mittleren Brückenzweig eingebautes Hörtelefon T mit dem Verstärker V ermöglichte es, die Stromlosigkeit akustisch, nämlich bei bestehendem Tonminimum, festzustellen, so daß die am Kondensator und Widerstand abgelesenen Werte denjenigen der betreffenden Hautstelle entsprachen.

Der Sender S, der den Wechselstrom für die Frequenzen von 204—4650 lieferte, war derselbe, den Diehl in seinen eingangs erwähnten Studien verwandte. Zur Sicherheit wurden vorher die in Frage kommenden Schaltungen und damit Frequenzen mit Hilfe eines Oszillographen neu geeicht.

Elektroden: Die Versuchsperson tauchte mit einem Unterarm in die Wanne eines Vierzellenbades, das mit 0,1%iger Kochsalzlösung gefüllt war, wobei die Ableitung durch ein 400 cm^2 großes Silberblech erfolgte. Dies stellte die indifferente Elektrode dar. Die differente wurde gebildet von einem Hartgummizylinder, der unten mit Fischhaut überzogen war und 22 mm Durchmesser hatte. Dieser Elektrodenzylinder wurde mit 0,1%iger Kochsalzlösung gefüllt und auf die betreffende Hautstelle aufgesetzt, wobei über den Rand hinausfließende Flüssigkeit vorsichtig mit Löschpapier aufgesaugt wurde, um immer die gleiche Kontaktfläche zu haben. In den Elek-

trodenzylinder tauchte eine chlorierte Silberelektrode, die direkt mit der Meßapparatur in Verbindung stand.

Wie schon oben bemerkt, wurde jede der 8 Hautstellen mit drei Frequenzen gemessen, da diese für die exakte Feststellung des Winkels φ genügen, unter der Voraussetzung, daß die drei dabei gewonnenen Wertepaare von Kapazität und Widerstand genau sind. Es besteht wohl die Gefahr, daß sich die Haut während der Messung ändert und dadurch falsche Werte ermittelt würden. Dem wurde aber dadurch begegnet, daß 1. sehr vorsichtig gearbeitet wurde sowohl beim Aufsetzen der Elektrode als auch beim Abhören des Tonminimums, 2. so schnell als möglich geschaltet und somit gemessen wurde. Bei der Schaltung der Frequenzen wurde dabei so vorgegangen, daß mit der höchsten (4650) jeweils begonnen, über 815 auf 204 zurückgegangen, dann aber zur Kontrolle die beiden ersten Frequenzen wieder eingestellt wurden. Nur in wenigen Fällen erschienen beim Zurückschalten auf die ersten Frequenzen nicht ganz genau dieselben Werte; in diesen seltenen Fällen wurde dann eine Korrektur vorgenommen, so daß als endgültige Zahlen Mittelwerte zwischen den zuerst und zuletzt gemessenen gewonnen wurden. In den allermeisten Fällen jedoch lieferte die Kontrollmessung einen einwandfreien Beweis für die Richtigkeit der zuerst gemessenen Werte.

Die Ergebnisse dieser Messungen wurden in der Tabellenreihe A der 20 Versuchspersonen zusammengestellt. Außer den gemessenen Werten wurde in diesen Tabellen in einer eigenen Rubrik noch der Blindwiderstand hinzugefügt, der aus jeweiliger Kapazität und Meßfrequenz nach der eingangs erwähnten Formel errechnet werden mußte.

Unsere weitere Aufgabe bestand nun darin, mit Hilfe der so gewonnenen Werte den Hautwinkel der einzelnen Hautstellen zu ermitteln. Zu diesem Zweck bedienten wir uns des graphischen Verfahrens von Gildemeister-Lullies-Cole. Die Blindwiderstände wurden als Abszissen, die Wirkwiderstände als Ordinaten eingetragen und je 3 Wertepaare dienten zur Konstruktion einer Kurve, die, genau genommen, immer ein Kreisbogen zu sein hat, in vielen Fällen aber praktisch als Gerade in Erscheinung tritt (oder als Kreis mit dem Radius ∞). Die genauen mathematischen Grund-

lagen hiefür schufen Lullies und Cole und sind in der schon erwähnten Arbeit von Diehl dargelegt.

Aus den so gewonnenen Kurven lassen sich die drei Charakteristika ablesen: Winkel φ, Nebenschlußwiderstand und Hochfrequenzwiderstand.

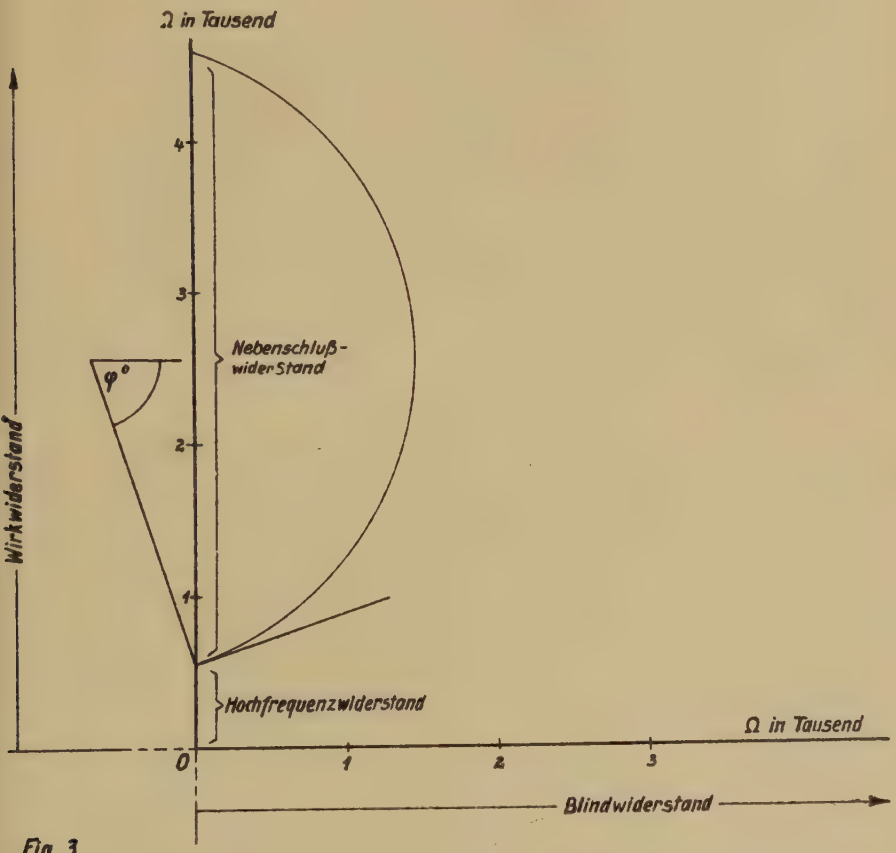


Fig. 3.

Wie dabei vorgegangen wurde, ersieht man am besten aus der obenstehenden Fig. 3, die als Beispiel dienen möge. Die Schnittpunkte des Kreises mit der Ordinate ergeben auf dieser die Abschnitte für Nebenschlußwiderstand und Hochfrequenzwiderstand.

Um jedoch den Phasenwinkel zu bekommen, muß eine Tangente an die Kurve im unteren Ordinatenschnittpunkt gelegt, durch diesen Punkt die Normale gezogen und diese ihrerseits wieder mit einer Parallelen zur Abszisse zum Schnittpunkt gebracht werden. Von den 20 Versuchspersonen wurden insgesamt 160 solche Konstruktionen durchgeführt.

Was die Krümmung der Kurven anlangt, so ist, wie aus dem bisher Gesagten hervorgeht, dafür lediglich die Größe des Nebenschlusses maßgebend. Man erinnere sich hiebei nochmals an das Schema für die Haut, das von Lapicque aufgestellt und durch exakte Modellversuche mit Polarisationszellen von Diehl genau bestätigt gefunden wurde. Der parallel zur Polarisationskapazität liegende Widerstand entspricht dem Nebenschlußwiderstand unserer Kurven oder kommt durch die mehr oder weniger starke Krümmung wenigstens zum Ausdruck, wenn er schon wegen zu flachen Verlaufs der Kurve nicht mehr genau ermittelt werden kann, was in den Tabellen mit der Angabe > 30000 vermerkt ist.

IV. ERGEBNISSE.

Die Kurven wurden folgendermaßen ausgewertet (s. Tabellenreihe B):

Es wurde der Hochfrequenzwiderstand in Ω (der im Rahmen unserer Betrachtungen eine geringere Rolle spielt) und der Nebenschlußwiderstand direkt aus der Kurve abgelesen, der Winkel konstruiert und gemessen und die Form jeder Kurve kurz durch eines der Worte: gerade, fast gerade, flach, Kreisbogen (letzteres so zu verstehen, daß ein mit dem Zirkel konstruierbarer Kreis vorliegt) bezeichnet und diese 4 Charakteristika jeder Kurve in Tabellenform zusammengestellt.

Eine weitere tabellarische Zusammenstellung erfolgte dadurch, daß immer nur eine Hautstelle betrachtet wurde, woraus, entsprechend der Zahl der Hautstellen, 8 weitere Tabellen entstanden, in denen Kapazität und Wirkwiderstand bei den beiden extremen Frequenzen (204 und 4650), sowie Hochfrequenzwiderstand (HW), Nebenschlußwiderstand (NW) und der Hautwinkel φ eingetragen wurden.

Ferner folgte noch eine Tabellenreihe, die Aufschluß gibt über die Schwankungsbreite von φ, sowie über das mittlere φ bei den

einzelnen Personen und eine Tabelle, die in Kürze die durchschnittlichen Hautwinkel an den 8 Körperstellen ersehen läßt.

Den Abschluß bildete eine Zusammenstellung der 20 Versuchspersonen mit ihren Hauptcharakteristika: Alter, Geschlecht, Größe, Gewicht und Körperform.

V. BESPRECHUNG DER ERGEBNISSE.

1. Der Winkel φ als Hauptcharakteristikum für die passiv-elektrischen Eigenschaften der menschlichen Haut schwankt bei unseren 20 Versuchspersonen zwischen 62.9° und 88,5°. Bei den einzelnen Personen ist die extremste Schwankungsbreite 21° (Vers.pers. IX), die geringste 2,6° (Vers.pers. XIII).

Die relative Konstanz des Hautwinkels tritt vor allem dann zu Tage, wenn man eine Hautstelle jeweils herausgreift und an den 20 Personen vergleicht, ebenso aber auch, wenn man die verschiedenen Hautstellen jeder einzelnen Person gegeneinander hält, wie dies in den tabellarischen Zusammenstellungen erfolgte.

Als Gesamtdurchschnitt aller 160 Hautwinkel ergibt sich 78,2°.

2. Bei der Betrachtung der Nebenschlüsse fiel uns folgendes auf: An allen den von uns untersuchten Körperstellen mit Ausnahme von Stirn und Brust ergaben sich keine wesentlichen Nebenschlüsse. In vielen Fällen konnte statt einer Kurve einfach eine Gerade gezogen werden, was praktisch vollkommene Nebenschlußfreiheit bedeutet.

Durchwegs nachweisbar waren jedoch starke Nebenschlüsse an der Stirn, sowie in 9 von 20 Fällen auch an der Brust.

An der Stirn war bei allen 20 Versuchspersonen der Nebenweg für den Strom so groß oder, was dasselbe bedeutet, der Nebenschlußwiderstand so gering, daß letzterer in jedem Fall genau numerisch festgelegt werden konnte, da immer eine exakte Kreiskonstruktion wegen der starken Krümmung möglich war. Eine starke Aufwärtskrümmung unserer Kurven bedeutet ein relativ geringeres Zunehmen des Blindwiderstandes als des Wirkwiderstandes. Da der Blindwiderstand, wie eingangs erwähnt, aus der Formel $\frac{1}{2 \pi N C}$ errechnet

wird und der Wert eines Bruches ganz allgemein um so geringer ist, je größer der Nenner des Bruches ist, so ist einleuchtend, daß bei den Messungen an der Stirn und teilweise auch an der Brust hohe Kapazitätswerte gefunden wurden. An der Stirn z. B. ergab sich als niedrigster Wert 198, als höchster 900 Millimikrofarad (mμF). Wenn man damit die Kapazitätswerte an den übrigen Körperstellen (mit Ausnahme der Brust) vergleicht, so findet man dort meist Werte unter 100 Millimikrofarad und nur selten etwas darüber.

Wenn man nach dem Sinn, nach der physiologischen Bedeutung der Nebenschlüsse fragt, so ergibt sich, wie Diehl und auch Kötschau zeigen konnten, als Ursache starkes Schwitzen der Haut. Es wird die Hautkapazität durch die Schweißsekretion, aber auch schon durch die mit Sekret gefüllten Schweißdrüsen bedeutend erhöht, ohne daß bemerkenswerterweise der Hautwinkel durch die Nebenschlüsse beeinflußt würde.

3. Bei der Betrachtung des Hochfrequenzwiderstandes ergibt sich, daß keine ausgeprägte Konstanz besteht. Die Werte bewegen sich von ca. 350 Ω bis zu 1200 Ω, wobei hauptsächlich Hochfrequenzwiderstände zwischen 500 und 800 Ω auftraten. Eine Erklärung für die ziemlich wechselnden Hochfrequenswerte gibt die Tatsache, daß der Hochfrequenz-Widerstand nicht von der Haut abhängt, sondern vom Gesamtgewebe des Körpers, von der Größe der Versuchsperson und von der Oberfläche der Ableitung.

Ziel weiterer Untersuchungen wird nun sein, Beziehungen zwischen diesen physikalisch einwandfreien Hautwerten und dem Grundumsatz zu finden. Es wären also nach dieser Vorarbeit auch Stoffwechselkranke, vor allem solche, die an M.Basedow bzw. Myxödem leiden, zu untersuchen.

VI. ZUSAMMENFASSUNG.

Vorliegende Arbeit befaßte sich im wesentlichen mit der Bestimmung der Permeabilität der normalen menschlichen Haut, wozu sich, nach der Erfahrung der Autoren, die sich früher mit diesem Problem beschäftigten, die Anwendung von Wechselstrom am besten eignet. Die bei der Hindurchleitung eines niedrig gespannten, zeitlich

veränderlichen Stromes durch den menschlichen Körper auftretenden Widerstands- und Kapazitätswerte waren dabei Ziel und Zweck unserer Messungen. Der Grund hiefür liegt darin, daß letztgenannte Größen den Kern des von Lapicque für die Haut aufgestellten Schemas bilden. (Vergleiche „Methodik"). An Hand der in der Kohlrausch'schen Brücke gemessenen Wirkwiderstands- und Kapazitätswerte läßt sich zunächst durch Rechnung der Blindwiderstand für jede Frequenz an den einzelnen Hautstellen bestimmen; es geschieht nach der Formel $\frac{1}{2 \pi N C}$, wobei N die jeweilige Frequenz und C die dabei gemessene Kapazität bedeutet. Da jede Hautstelle bei 3 Frequenzen (204, 815, 4650 Hertz) untersucht wurde, entsprangen daraus 3 Wirkwiderstands- und Blindwiderstandswertepaare, die zur graphischen Ermittlung des Phasenverschiebungswinkels, des Nebenschlußwiderstandes und des Hochfrequenzwiderstandes dienten. Wir verfuhren dabei (nach Lullies) so, daß die Wirkwiderstände als Ordinaten und die Blindwiderstände als Abszissen in ein Achsenkreuz eingetragen wurden und aus den so gewonnenen drei Punkten eine Kurve konstruiert wurde, die nach den theoretischen Grundlagen immer einen Kreisbogen darstellen muß. (Ueber die Stärke der Krümmung vgl. „Methodik" a. E.) Die Darstellung des Phasenwinkels geschah durch Anlegen der Tangente im unteren Kreisschnittpunkt der Ordinate.

Da der Nebenschlußwiderstand gleich dem Abstand des unteren vom oberen Schnittpunkt des Kreises mit der Ordinate ist, mußten die Kreisbögen, soweit dies bei nicht zu flachem Verlauf (zu großem Radius) möglich war, zum zweiten (oberen) Schnittpunkt mit der Ordinate gebracht werden. Der Abstand des unteren Schnittpunktes vom O-Punkt wurde gleichfalls jeweils abgelesen und so der Hochfrequenzwiderstand gewonnen.

Alle aus den Kurven hervorgehenden Werte wurden tabellarisch zusammengestellt, nach verschiedenen Gesichtspunkten gruppiert und schließlich auch die Schwankungsbreite des Hautwinkels sowie der mittlere Hautwinkel in Augenschein genommen. Der von uns gewonnene Durchschnittswert von 78,2° entspricht der Norm.

Da in der Fragestellung unserer Untersuchung auf eine spätere klinische Bedeutung und Verwendbarkeit des Hautwinkels hingewiesen wurde, möchten wir nochmals darauf zurückkommen und abschließend bemerken, daß die Beziehung zwischen Permeabilität der Haut und Grundumsatz so zu verstehen ist, daß einem erhöhten Grundumsatz wie bei M. Basedow eine erhöhte Permeabilität entspricht, welch letztere durch einen erniedrigten Hautwinkel zum Ausdruck kommt. Umgekehrt verhält sich die Haut bei Myxödem, wo z. B. von Diehl ein erhöhter Hautwinkel gefunden wurde.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, Herrn Oberarzt Dozent Dr. Diehl für die zahlreichen Ratschläge und die Anleitung besonders bei der Anordnung der Apparatur sowie für die freundliche Uebernahme des Referats über vorliegende Arbeit meinen ergebensten Dank auszusprechen.

LITERATUR.

Bethe-Bergmann: Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie, Bd. 8/2, S. 657.

Brazier: Lancet 1933, Bd. 2, S. 742; Lancet 1934, S. 869.

Diehl: Studium zur Permeabilität der menschlichen Haut unter verschiedenen Bedingungen und bei Erkrankungen der Schilddrüse. Z. exper. Med. 100, 145 (1937). — Ber. Physiol. 42, 592 (1927).

Gildemeister: Handbuch der normalen u. pathol. Physiologie. Bd. 8/2, S. 657.

— Münch. Med. Wschr. 1913 II, 2389. - Ber. Physiol. 2, 182 (1920). - Pflügers Archiv 149, 389 (1913); 162, 489 (1915); 176, 84 (1919); 219, 86 (1928); 219, 89 (1928).

Grassheim K.: Dtsch. Med. Wschr. 1930, II, 1652.

Kötschau, K.: Z. exper. Med. 91, 764 (1935).

Lueg W. und K. Grassheim: Verh. dtsch. Ges. inn. Med. 22, 67 (1930). — Z. klin. Med. 110, 531 (1929).

Lullies, H.: Methoden zur Messung des Widerstandes und der Polarisierbarkeit von Geweben; Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden. Liefrg. 391.

Tabellen-Reihe A.

Vers. pers. I.

	Frequenz N	Kapazität C μF	Widerstand Ω	$\frac{1}{2\pi N C}$
1) Unterarm (volar)	4650	0,120	600	285
	815	0,140	970	1397
	204	0,160	3000	4880
2) Unterarm (dorsal)	4650	0,105	670	326
	815	0,127	1050	1540
	204	0,165	2400	4738
3) Handrücken	4650	0,055	650	623
	815	0,074	940	2640
	204	0,090	2300	8670
4) Stirn	4650	0,091	480	377
	815	0,157	1060	1245
	204	0,420	2500	1860
5) Handfläche	4650	0,038	830	901
	815	0,059	1600	3315
	204	0,100	6000	7810
6) Brust	4650	0,060	500	571
	815	0,086	940	2275
	204	0,104	2600	7501
7) Unterschenkel (vorn)	4650	0,067	600	512
	815	0,066	1060	2038
	204	0,141	2400	5580
8) Oberschenkel (vorn)	4650	0,085	530	403
	815	0,121	910	1615
	204	0,192	2500	4070

	Frequenz N	Kapazität C μF	Widerstand Ω	$\frac{1}{2\pi N C}$
1) Unterarm (volar)	4650	0,102	670	336
	815	0,147	920	1330
	204	0,190	2100	4110
2) Unterarm (dorsal)	4650	0,078	610	440
	815	0,091	940	2152
	204	0,108	2300	7200
3) Handrücken	4650	0,073	740	469
	815	0,106	950	1844
	204	0,127	2200	6140
4) Thorax	4650	0,105	500	326
	815	0,168	887	1163
	204	0,325	2400	2402
5) Handfläche	4650	0,055	770	623
	815	0,063	1470	3105
	204	0,080	4000	9760
6) Brust	4650	0,096	500	357
	815	0,115	1000	1700
	204	0,165	3500	4735
7) Unterschenkel (vorn)	4650	0,067	960	511
	815	0,079	1320	2475
	204	0,100	3250	7810
8) Oberschenkel (vorn)	4650	0,085	750	403
	815	0,099	1130	1974
	204	0,124	2700	6300

	Frequenz N	Kapazität C μF	Widerstand Ω	$\frac{1}{2\pi N C}$
1) Unterarm (volar)	4650	0,073	840	469
	815	0,093	1260	2100
	204	0,114	2750	6850
2) Unterarm (dorsal)	4650	0,064	860	536
	815	0,082	1340	2385
	204	0,103	2850	7580
3) Handrücken	4650	0,072	980	476
	815	0,086	1300	2275
	204	0,098	2450	7970
4) Stirn	4650	0,084	740	408
	815	0,121	1360	1614
	204	0,232	3830	3365
5) Handfläche	4650	0,059	977	581
	815	0,073	1555	2679
	204	0,092	4130	8490
6) Brust	4650	0,061	545	561
	815	0,075	985	2605
	204	0,090	2500	8678
7) Unterschenkel (vorn)	4650	0,058	770	591
	815	0,070	1160	2793
	204	0,082	2700	9558
8) Oberschenkel (vorn)	4650	0,068	700	504
	815	0,088	1200	2222
	204	0,118	2950	6620

Vers. pers. IV.

	Frequenz N	Kapazität C μF	Widerstand Ω	$\frac{1}{2\pi N C}$
1) Unterarm (volar)	4650	0,130	700	264
	815	0,159	1030	1230
	204	0,220	2600	3550
2) Unterarm (dorsal)	4650	0,106	680	323
	815	0,129	1080	1515
	204	0,170	3000	4595
3) Handrücken	4650	0,084	800	408
	815	0,102	1200	1915
	204	0,120	2500	6510
4) Stirn	4650	0,165	620	239
	815	0,315	980	621
	204	0,875	1800	893
5) Handfläche	4650	0,040	1040	856
	815	0,049	1850	3985
	204	0,056	4900	13950
6) Brust	4650	0,107	500	320
	815	0,147	920	1330
	204	0,250	2850	3125
7) Unterschenkel (vorn)	4650	0,063	740	544
	815	0,072	1125	2718
	204	0,083	2550	9410
8) Oberschenkel (vorn)	4650	0,080	745	428
	815	0,101	1055	1970
	204	0,120	2200	6715

Vers. pers. V.

	Frequenz N	Kapazität C μF	Widerstand Ω	$\frac{1}{2\pi N C}$
1) Unterarm (volar)	4650	0,053	1220	646
	815	0,064	1800	3055
	204	0,071	3800	11000
2) Unterarm (dorsal)	4650	0,042	1020	816
	815	0,051	1640	3818
	204	0,059	3750	13240
3) Handrücken	4650	0,059	1110	581
	815	0,071	1750	2755
	204	0,085	3700	9180
4) Stirn	4650	0,107	710	320
	815	0,160	1250	1221
	204	0,430	3100	1818
5) Handfläche	4650	0,053	1110	646
	815	0,072	1930	2715
	204	0,103	4630	7585
6) Brust	4650	0,044	720	779
	815	0,049	1330	3987
	204	0,059	5250	13230
7) Unterschenkel (vorn)	4650	0,042	920	816
	815	0,046	1500	4249
	204	0,051	3600	15320
8) Oberschenkel (vorn)	4650	0,050	865	685
	815	0,063	1500	3101
	204	0,076	3500	10285

	Frequenz N	Kapazität C μF	Widerstand Ω	$\frac{1}{2\pi N C}$
1) Unterarm (volar)	4650	0,058	645	591
	815	0,074	905	2640
	204	0,087	2300	8980
2) Unterarm (dorsal)	4650	0,044	745	778
	815	0,056	1075	3490
	204	0,066	2800	11840
3) Handrücken	4650	0,073	832	469
	815	0,102	1172	1918
	204	0,139	3500	5615
4) Stirn	4650	0,120	685	286
	815	0,141	1012	1387
	204	0,243	3100	3215
5) Handfläche	4650	0,047	850	729
	815	0,061	1350	3202
	204	0,078	4000	10010
6) Brust	4650	0,049	525	699
	815	0,069	1250	2832
	204	0,114	5000	6850
7) Unterschenkel (vorn)	4650	0,035	840	979
	815	0,050	1335	3910
	204	0,061	3620	12810
8) Oberschenkel (vorn)	4650	0,066	580	519
	815	0,090	900	2171
	204	0,110	2300	7100

Vers. pers. VII.

	Frequenz N	Kapazität C μF	Widerstand Ω	$\frac{1}{2\pi N C}$
1) Unterarm (volar)	4650	0,042	745	816
	815	0,048	1310	4070
	204	0,055	3800	14200
2) Unterarm (dorsal)	4650	0,040	740	857
	815	0,045	1265	4340
	204	0,051	3500	15310
3) Handrücken	4650	0,047	835	729
	815	0,053	1380	3685
	204	0,061	3750	12800
4) Stirn	4650	0,112	540	306
	815	0,163	997	1200
	204	0,355	2790	2201
5) Handfläche	4650	0,039	940	887
	815	0,050	1935	3909
	204	0,066	5800	11840
6) Brust	4650	0,048	705	714
	815	0,074	1700	2640
	204	0,120	4400	6510
7) Unterschenkel (vorn)	4650	0,039	885	879
	815	0,049	1600	3985
	204	0,059	4400	13240
8) Oberschenkel (vorn)	4650	0,045	810	761
	815	0,055	1400	3555
	204	0,066	3850	11820

	Frequenz N	Kapazität C μF	Widerstand Ω	$\frac{1}{2\pi N C}$
1) Unterarm (volar)	4650	0,064	700	535
	815	0,080	1115	2442
	204	0,099	3100	7890
2) Unterarm (dorsal)	4650	0,048	710	714
	815	0,057	1350	3429
	204	0,068	3500	11490
3) Handrücken	4650	0,048	970	714
	815	0,062	1490	3153
	204	0,072	3400	10840
4) Stirn	4650	0,092	650	372
	815	0,157	1175	1245
	204	0,370	3000	2110
5) Handfläche	4650	0,032	1510	1070
	815	0,044	2850	4440
	204	0,065	7500	12010
6) Brust	4650	0,047	580	729
	815	0,060	1440	3258
	204	0,090	5700	8680
7) Unterschenkel (vorn)	4650	0,028	1065	1224
	815	0,032	2065	6110
	204	0,041	4000	19050
8) Oberschenkel (vorn)	4650	0,052	675	659
	815	0,060	1200	3259
	204	0,074	3700	10550

	Frequenz N	Kapazität C μF	Widerstand Ω	$\frac{1}{2\pi N C}$
1) Unterarm (volar)	4650	0,050	790	686
	815	0,062	1400	3151
	204	0,074	3800	10550
2) Unterarm (dorsal)	4650	0,042	930	816
	815	0,053	1635	3688
	204	0,064	4200	12200
3) Handrücken	4650	0,063	835	544
	815	0,081	1370	2450
	204	0,099	3160	7890
4) Stirn	4650	0,086	1025	398
	815	0,180	1715	1086
	204	0,480	3180	1654
5) Handfläche	4650	0,038	1030	902
	815	0,044	1800	4440
	204	0,052	4800	15020
6) Brust	4650	0,044	730	778
	815	0,058	1450	3370
	204	0,074	4400	10560
7) Unterschenkel (vorn)	4650	0,041	800	836
	815	0,051	1600	3835
	204	0,065	4600	12020
8) Oberschenkel (vorn)	4650	0,053	675	646
	815	0,072	1400	2715
	204	0,101	3600	7730

Vers. pers. X.

	Frequenz N	Kapazität C μF	Widerstand Ω	$\frac{1}{2\pi N C}$
1) Unterarm (volar)	4650	0,051	760	671
	815	0,060	1300	3260
	204	0,072	4100	10850
2) Unterarm (dorsal)	4650	0,050	755	685
	815	0,059	1280	3312
	204	0,069	3400	11320
3) Handrücken	4650	0,047	860	729
	815	0,056	1400	3490
	204	0,066	3400	11830
4) Stirn	4650	0,081	600	423
	815	0,120	1200	1659
	204	0,210	3700	3720
5) Handfläche	4650	0,051	850	671
	815	0,069	1645	2835
	204	0,104	5200	7510
6) Brust	4650	0,057	560	601
	815	0,070	1050	2790
	204	0,083	2800	9410
7) Unterschenkel (vorn)	4650	0,078	750	439
	815	0,111	1370	1761
	204	0,200	3850	3901
8) Oberschenkel (vorn)	4650	0,050	1465	685
	815	0,082	2300	2382
	204	0,134	5400	5825

Vers. pers. XI.

	Frequenz N	Kapazität C μF	Widerstand Ω	$\frac{1}{2\pi N C}$
1) Unterarm (volar)	4650	0,055	1015	623
	815	0,070	1700	2790
	204	0,088	4300	8875
2) Unterarm (dorsal)	4650	0,084	925	408
	815	0,117	1500	1671
	204	0,193	4000	4045
3) Handrücken	4650	0,061	1200	561
	815	0,075	1800	2604
	204	0,092	4400	8490
4) Stirn	4650	0,145	650	236
	815	0,240	1120	815
	204	0,700	2300	1116
5) Handfläche	4650	0,045	1190	761
	815	0,050	1800	3910
	204	0,056	4500	13940
6) Brust	4650	0,064	640	535
	815	0,089	1400	2198
	204	0,150	4200	5210
7) Unterschenkel (vorn)	4650	0,048	930	714
	815	0,058	1635	3370
	204	0,071	4050	11000
8) Oberschenkel (vorn)	4650	0,056	850	611
	815	0,072	1440	2713
	204	0,090	3450	8175

	Frequenz N	Kapazität C μF	Widerstand Ω	$\frac{1}{2\pi N C}$
1) Unterarm (volar)	4650	0,055	1165	623
	815	0,072	1800	2715
	204	0,088	4000	8880
2) Unterarm (dorsal)	4650	0,059	1000	581
	815	0,070	1500	2795
	204	0,084	3900	9290
3) Handrücken	4650	0,045	1160	761
	815	0,053	1800	3685
	204	0,061	4400	12800
4) Stirn	4650	0,160	630	214
	815	0,280	1050	698
	204	0,800	1960	976
5) Handfläche	4650	0,046	1040	745
	815	0,052	1800	3760
	204	0,069	5600	11310
6) Brust	4650	0,081	510	423
	815	0,102	1055	1918
	204	0,174	4000	4490
7) Unterschenkel (vorn)	4650	0,049	950	699
	815	0,059	1500	3310
	204	0,068	3500	11490
8) Oberschenkel (vorn)	4650	0,048	825	714
	815	0,057	1500	3430
	204	0,067	4100	11660

	Frequenz N	Kapazität C μF	Widerstand Ω	$\frac{1}{2\pi N C}$
1) Unterarm (volar)	4650	0,070	810	489
	815	0,087	1300	2247
	204	0,119	4000	6560
2) Unterarm (dorsal)	4650	0,060	835	571
	815	0,070	1250	2794
	204	0,082	3300	9525
3) Handrücken	4650	0,056	935	611
	815	0,066	1400	2961
	204	0,076	3500	10285
4) Stirn	4650	0,140	590	245
	815	0,224	990	873
	204	0,600	2300	1301
5) Handfläche	4650	0,049	965	699
	815	0,055	1350	3556
	204	0,063	3500	12400
6) Brust	4650	0,069	580	496
	815	0,084	1100	2325
	204	0,120	4100	6510
7) Unterschenkel (vorn)	4650	0,040	850	856
	815	0,045	1415	4340
	204	0,051	3400	15310
8) Oberschenkel (vorn)	4650	0,067	750	511
	815	0,082	1200	2385
	204	0,099	4000	7890

Vers. pers. XIV.

	Frequenz N	Kapazität C μF	Widerstand Ω	$\frac{1}{2\pi N C}$
1) Unterarm (volar)	4650	0,059	810	581
	815	0,068	1200	2874
	204	0,073	3000	10700
2) Unterarm (dorsal)	4650	0,058	815	591
	815	0,068	1310	2874
	204	0,084	4000	9290
3) Handrücken	4650	0,077	850	445
	815	0,089	1315	2198
	204	0,119	4000	6560
4) Stirn	4650	0,157	560	218
	815	0,290	1000	674
	204	0,900	2000	867
5) Handfläche	4650	0,052	900	659
	815	0,063	1620	3101
	204	0,077	4000	10140
6) Brust	4650	0,086	550	398
	815	0,105	990	1861
	204	0,155	4000	5040
7) Unterschenkel (vorn)	4650	0,053	770	646
	815	0,063	1310	3101
	204	0,072	3300	10840
8) Oberschenkel (vorn)	4650	0,063	665	544
	815	0,073	1050	2679
	204	0,085	2400	9185

Vers. pers. XV.

	Frequenz N	Kapazität C μF	Widerstand Ω	$\frac{1}{2\pi N C}$
1) Unterarm (volar)	4650	0,068	715	504
	815	0,087	1250	2246
	204	0,114	3400	6850
2) Unterarm (dorsal)	4650	0,069	775	496
	815	0,091	1200	2149
	204	0,114	3200	6850
3) Handrücken	4650	0,052	890	659
	815	0,058	1400	3370
	204	0,064	3000	12200
4) Stirn	4650	0,096	555	357
	815	0,127	1355	1539
	204	0,369	3700	2119
5) Handfläche	4650	0,038	985	901
	815	0,046	2250	4250
	204	0,071	4800	11000
6) Brust	4650	0,082	495	418
	815	0,133	1010	1470
	204	0,191	4000	4090
7) Unterschenkel (vorn)	4650	0,051	1100	671
	815	0,070	1850	2794
	204	0,088	4000	8880
8) Oberschenkel (vorn)	4650	0,061	810	561
	815	0,077	1290	2539
	204	0,091	2800	8590

Vers. pers. XVI.

	Frequenz N	Kapazität C μF	Widerstand Ω	$\frac{1}{2\pi N C}$
1) Unterarm (volar)	4650	0,083	685	413
	815	0,111	1150	1761
	204	0,152	3300	5140
2) Unterarm (dorsal)	4650	0,057	665	601
	815	0,069	1140	2835
	204	0,080	2660	9760
3) Handrücken	4650	0,071	720	482
	815	0,085	1090	2299
	204	0,097	2250	8050
4) Stirn	4650	0,105	480	326
	815	0,145	1005	1349
	204	0,303	3200	2579
5) Handfläche	4650	0,040	820	856
	815	0,047	1700	4160
	204	0,062	6000	12600
6) Brust	4650	0,074	430	463
	815	0,089	870	2199
	204	0,103	2250	7585
7) Unterschenkel (vorn)	4650	0,048	680	714
	815	0,065	1400	3009
	204	0,076	1800	10290
8) Oberschenkel (vorn)	4650	0,063	505	544
	815	0,086	1250	2274
	204	0,139	3700	5620

	Frequenz N	Kapazität C μF	Widerstand Ω	$\frac{1}{2\pi N C}$
1) Unterarm (volar)	4650	0,064	1230	535
	815	0,094	1800	2800
	204	0,119	3600	6560
2) Unterarm (dorsal)	4650	0,046	1525	745
	815	0,070	2125	2790
	204	0,095	4000	8220
3) Handrücken	4650	0,072	1235	476
	815	0,099	1625	1975
	204	0,124	2910	6300
4) Stirn	4650	0,083	895	413
	815	0,136	1600	1439
	204	0,340	3600	2299
5) Handfläche	4650	0,051	1400	672
	815	0,061	2150	3205
	204	0,077	5000	10140
6) Brust	4650	0,042	755	816
	815	0,050	1460	3910
	204	0,061	4000	12805
7) Unterschenkel (vorn)	4650	0,028	2000	1222
	815	0,036	3500	5430
	204	0,043	6000	18160
8) Oberschenkel (vorn)	4650	0,053	720	646
	815	0,061	1160	3205
	204	0,070	3000	11150

Vers. pers. XVIII.

	Frequenz N	Kapazität C μF	Widerstand Ω	$\frac{1}{2\pi N C}$
1) Unterarm (volar)	4650	0,056	1550	612
	815	0,090	2400	2174
	204	0,132	5000	5915
2) Unterarm (dorsal)	4650	0,039	1200	879
	815	0,054	2300	3620
	204	0,069	5450	11310
3) Handrücken	4650	0,054	1100	635
	815	0,073	1800	2679
	204	0,094	4000	8310
4) Stirn	4650	0,067	790	511
	815	0,098	1550	1994
	204	0,198	4000	3942
5) Handfläche	4650	0,047	1060	729
	815	0,058	1990	3370
	204	0,082	5000	9525
6) Brust	4650	0,032	1070	1070
	815	0,042	1850	4655
	204	0,048	4600	16280
7) Unterschenkel (vorn)	4650	0,041	880	836
	815	0,050	1740	3910
	204	0,062	4250	12600
8) Oberschenkel (vorn)	4650	0,043	1200	796
	815	0,063	1950	3101
	204	0,082	4200	9525

Vers. pers. XIX.

	Frequenz N	Kapazität C μF	Widerstand Ω	$\frac{1}{2\pi N C}$
1) Unterarm (volar)	4650	0,099	800	346
	815	0,130	1200	1504
	204	0,195	3300	4005
2) Unterarm (dorsal)	4650	0,074	870	463
	815	0,094	1400	2080
	204	0,125	4500	6249
3) Handrücken	4650	0,077	940	445
	815	0,095	1330	2059
	204	0,120	2400	6505
4) Stirn	4650	0,125	590	274
	815	0,174	1000	1123
	204	0,329	3000	2375
5) Handfläche	4650	0,042	1100	816
	815	0,053	2100	3690
	204	0,077	6000	10130
6) Brust	4650	0,040	630	856
	815	0,047	1300	4160
	204	0,056	4000	13950
7) Unterschenkel (vorn)	4650	0,068	730	504
	815	0,083	1200	2358
	204	0,105	3200	7440
8) Oberschenkel (vorn)	4650	0,099	580	334
	815	0,133	1000	1470
	204	0,203	3100	3848

Vers. pers. XX.

	Frequenz N	Kapazität C μF	Widerstand Ω	$\frac{1}{2\pi N C}$
1) Unterarm (volar)	4650	0,058	870	591
	815	0,063	1400	3102
	204	0,073	3400	10695
2) Unterarm (dorsal)	4650	0,056	925	611
	815	0,062	1420	3152
	204	0,071	3000	11000
3) Handrücken	4650	0,068	975	504
	815	0,077	1400	2540
	204	0,089	3000	8775
4) Stirn	4650	0,067	665	511
	815	0,101	1800	1936
	204	0,350	4300	2230
5) Handfläche	4650	0,041	1075	835
	815	0,048	2325	4070
	204	0,071	8000	11000
6) Brust	4650	0,053	630	646
	815	0,062	1270	3154
	204	0,078	4000	10010
7) Unterschenkel (vorn)	4650	0,047	900	729
	815	0,051	1400	3834
	204	0,058	3000	13470
8) Oberschenkel (vorn)	4650	0,064	930	535
	815	0,088	1750	2221
	204	0,150	5000	5205

Tabellen-Reihe B.

Vp.	Hst.	Kurvenform	H W Ω	N W Ω	Hautwinkel φ°
I	1)	Kreisbogen	530	24470	75
	2)	flach	580	> 30000	75,4
	3)	fast gerade	575	> "	82,7
	4)	Kreisbogen	375	4500	79,4
	5)	"	720	18430	85
	6)	fast gerade	365	> 30000	77,2
	7)	Kreisbogen	480	29620	78,3
	8)	"	450	15750	79,8
					Dch. schn. 79,1.
II	1)	Kreisbogen	615	24085	80,5
	2)	fast gerade	530	> 30000	80,8
	3)	flach	695	> "	83,5
	4)	Kreisbogen	440	5760	80,5
	5)	fast gerade	600	> 30000	76
	6)	Kreisbogen	410	15590	77
	7)	flach	900	> 30000	83
	8)	"	670	> "	79
					Dch. schn. 80.
III	1)	fast gerade	715	> 30000	76,5
	2)	" "	735	> "	76,4
	3)	" "	910	> "	80,3
	4)	Kreisbogen	635	8930	77
	5)	flach	750	> 30000	77
	6)	fast gerade	425	> "	78,4
	7)	" "	660	> "	80,5
	8)	flach	560	> "	75,5
					Dch. schn. 77,7.

Vp. = Versuchsperson; Hst. = Hautstelle; H W = Hochfrequenzwiderstand (in Ω); N W = Nebenschlußwiderstand. Dch. schn. = Durchschnitt; > = größer als.

Tp.	Hst.	Kurvenform	HW	NW	Hautwinkel φ°
IV	1)	Kreisbogen	630	13970	77,2
	2)	"	600	18200	77
	3)	fast gerade	690	>30000	76
	4)	Kreisbogen	500	2540	68
	5)	fast gerade	830	>30000	76
	6)	Kreisbogen	425	8575	78,8
	7)	fast gerade	660	>30000	81
	8)	" "	650	> "	79
					Dch. schn.: 76,6.
V	1)	fast gerade	1080	>30000	77
	2)	" "	860	> "	79,4
	3)	gerade	950	unm. groß	73,5
	4)	Kreisbogen	650	4730	84,5
	5)	flach	900	>30000	72
	6)	"	610	> "	83
	7)	fast gerade	780	> "	81,3
	8)	" "	700	> "	76
					Dch. schn.: 78,4.
VI	1)	fast gerade	570	>30000	83,1
	2)	" "	675	> "	84,5
	3)	Kreisbogen	770	17940	84,5
	4)	"	670	6920	88,5
	5)	flach	730	>30000	82
	6)	Kreisbogen	410	18320	82,5
	7)	fast gerade	700	>30000	82,2
	8)	" "	490	> "	80,6
					Dch. schn.: 83,5.

unm. = unmeßbar.

Vp.	Hst.	Kurvenform	H W	N W	Hautwinkel φ°
VII	1)	fast gerade	640	>30000	82,3
	2)	" "	630	> "	82,8
	3)	" "	700	> "	81
	4)	Kreisbogen	480	5190	81
	5)	flach	700	>30000	75
	6)	"	380	> "	67,2
	7)	"	700	> "	78,8
	8)	"	660	> "	80
					Dchoschn. 78,5
VIII	1)	flach	620	>30000	81,4
	2)	fast gerade	560	> "	77,8
	3)	" "	840	> "	78,9
	4)	Kreisbogen	540	5210	78,1
	5)	flach	1160	>30000	74,3
	6)	Kreisbogen	430	27340	80
	7)	gerade	800	unm. groß	78,2
	8)	flach	560	>30000	80,2
					Dch. schn. 78,6
IX	1)	flach	725	>30000	83,9
	2)	fast gerade	735	> "	77,8
	3)	" "	690	> "	75,5
	4)	Kreisbogen	770	5510	62,9
	5)	flach	855	>30000	79,5
	6)	"	750	> "	78,2
	7)	"	610	> "	77,5
	8)	"	470	> "	73
					Dch. schn. 76

Typ.	Hst.	Kurvenform	HW	NW	Hautwinkel φ°
X	1)	flach	620	>30000	79,4
	2)	"	640	> "	81,2
	3)	"	750	> "	82,1
	4)	Kreisbogen	475	10590	76
	5)	"	690	27220	77,1
	6)	fast gerade	440	>30000	79,5
	7)	Kreisbogen	620	11200	76,5
	8)	"	1220	22800	71,7
					Dch. schn. 77,9
XI	1)	flach	840	>30000	75,9
	2)	Kreisbogen	810	12220	75,9
	3)	flach	1055	>30000	77
	4)	Kreisbogen	565	2980	74
	5)	flach	1075	>30000	81,1
	6)	Kreisbogen	475	18000	74,5
	7)	flach	760	>30000	77,1
	8)	"	690	> "	77,1
					Dch. schn. 76,6
XII	1)	flach	1000	>30000	75,1
	2)	"	890	> "	79,8
	3)	"	1030	> "	80,2
	4)	Kreisbogen	530	2750	70
	5)	flach	920	>30000	81,1
	6)	Kreisbogen	450	11100	81,9
	7)	fast gerade	770	>30000	78
	8)	flach	670	> "	78,1
					Dch. schn. 78.

Kp. Nr.	Kurvenform	HW	NW	Randwinkel φ°
XIII 1)	Kreisbogen	725	23750	81,3
2)	flach	750	>30000	82,1
3)	"	850	> "	81,5
4)	Kreisbogen	535	3160	80,4
5)	flach	900	>30000	83,5
6)	Kreisbogen	505	20150	72,7
7)	fast gerade	720	>30000	81,6
8)	Kreisbogen	675	35650	80,9
				Durchschn. 81,8
XIV 1)	fast gerade	730	>30000	84
2)	flach	740	> "	82,5
3)	Kreisbogen	780	23540	81,8
4)	"	460	2580	69,5
5)	fast gerade	725	>30000	74,9
6)	Kreisbogen	490	12820	83,5
7)	fast gerade	620	>30000	78,6
8)	" "	560	> "	80,8
				Durchschn. 79,1
XV 1)	flach	670	>30000	79
2)	"	670	> "	78,8
3)	gerade	770	annähernd gross	79,5
4)	Kreisbogen	470	5260	79,8
5)	gerade	660	annähernd gross	69,8
6)	Kreisbogen	350	12700	72,8
7)	gerade	870	annähernd gross	70,8
8)	"	660	" "	75,9
				Durchschn. 75,8.

Fp. Hst.	Kurven-form	HW	NW	Haut-winkel φ°
XVI 1)	Kreisbogen	570	22780	76,5
2)	gerade	540	ünm. gross	77,9
3)	"	620	" "	78,5
4)	Kreisbogen	400	6266	79,5
5)	flach	666	>30000	80,8
6)	gerade	315	ünm. gross	75,9
7)	"	470	" "	72,9
8)	Kreisbogen	330	25540	73,1
				Dch. schn. 76,9
XVII 1)	Kreisbogen	1160	32380	82
2)	fast gerade	1320	>30000	75,9
3)	" "	1110	> "	76,3
4)	Kreisbogen	750	6040	74,8
5)	flach	1220	>30000	76,3
6)	"	580	> "	79,7
7)	"	1845	> "	83,3
8)	"	640	> "	82,3
				Dch. schn. 78,8
XVIII 1)	flach	1270	>30000	65,2
2)	gerade	840	ünm. gross	68,2
3)	flach	900	>30000	73,8
4)	Kreisbogen	635	11230	76,2
5)	flach	865	>30000	75,2
6)	gerade	760	ünm. gross	76,9
7)	"	645	" "	74,2
8)	fast gerade	955	>30000	73,3
				Dch. schn. 73

Kp. Nr.	Kurven-form	H W	N W	Haut-winkel φ°
XIX 1)	Kreisbogen	740	12000	80,6
2)	"	795	20620	79,8
3)	gerade	840	ünm. gross	76,5
4)	Kreisbogen	530	5768	79,3
5)	flach	900	>30000	77,1
6)	"	500	> "	81,1
7)	"	620	> "	78,9
8)	Kreisbogen	510	11750	78,9
				Deh. sehn. 79
XX 1)	fast gerade	770	>30000	80,9
2)	gerade	800	ünm. gross	79
3)	fast gerade	875	>30000	79,8
4)	Kreisbogen	540	5610	80,9
5)	"	850	38380	76,7
6)	flach	500	>40000	79,8
7)	gerade	790	ünm. gross	80,8
8)	Kreisbogen	765	16220	74,4
				Deh. sehn. 79.

1) Unterarm (volar).

Versuchsperson	4650 (N) C	4650 (N) WW	204 (N) C	204 (N) WW	HW	NW	φ°
I	0,120	600	0,160	3000	530	24470	75
II	0,102	670	0,190	2100	645	24085	80,5
III	0,073	840	0,114	2750	715	> 30000	76,5
IV	0,130	700	0,220	2600	630	13970	77,2
V	0,053	1220	0,071	3800	1080	> 30000	77
VI	0,058	645	0,087	2300	570	> "	83,1
VII	0,042	745	0,055	3800	640	> "	82,3
VIII	0,064	700	0,099	3100	620	> "	81,4
IX	0,050	790	0,074	3800	725	> "	83,9
X	0,051	760	0,072	4100	620	> "	79,4
XI	0,055	1015	0,088	4300	840	> "	75,9
XII	0,055	1165	0,088	4000	1000	> "	75,1
XIII	0,070	810	0,119	4000	725	23750	81,3
XIV	0,059	810	0,073	3000	730	> 30000	81
XV	0,068	715	0,114	3400	670	> "	79
XVI	0,083	685	0,152	3300	570	22780	76,5
XVII	0,064	1230	0,119	3600	1160	32380	82
XVIII	0,056	1550	0,132	5000	1270	> 30000	65,2
XIX	0,099	800	0,195	3300	740	12040	80,6
XX	0,058	870	0,073	3400	770	> 30000	80,9

C = Kapazität; WW = Wirkwiderstand; (N) = Frequenz.

2) Unterarm (dorsal).

Versuchs-person	4650 (N)		204 (N)		KW	NW	φ°
	c	WW	c	WW			
I	0,105	670	0,165	2400	580	> 30000	75,4
II	0,078	610	0,108	2300	530	> "	80,8
III	0,064	860	0,103	2850	735	> "	76,4
IV	0,106	680	0,170	3000	600	18200	77
V	0,042	1020	0,059	3750	860	> 30000	79,4
VI	0,044	745	0,066	2800	675	> "	84,5
VII	0,040	740	0,051	3500	630	> "	82,8
VIII	0,048	710	0,068	3500	560	> "	77,8
IX	0,042	930	0,064	4200	735	> "	77,8
X	0,050	755	0,069	3400	640	> "	81,2
XI	0,084	925	0,193	4000	810	12220	75,9
XII	0,059	1000	0,084	3900	890	> 30000	79,8
XIII	0,060	835	0,082	3300	750	> "	82,1
XIV	0,058	815	0,084	4000	740	> "	82,5
XV	0,069	775	0,114	3200	670	> "	78,8
XVI	0,057	665	0,080	2660	540	kaum groß	77,9
XVII	0,046	1525	0,095	4000	1320	> 30000	75,9
XVIII	0,039	1200	0,069	5450	840	kaum groß	68,2
XIX	0,074	870	0,125	4500	790	20620	74,8
XX	0,056	925	0,071	3000	800	kaum groß	79

3) Handrücken.

Versuchs-person	4650 (N)		204 (N)		KW	NW	φ°
	c	WW	c	WW			
I	0,055	650	0,090	2300	575	>30000	82,7
II	0,073	740	0,127	2200	695	> "	83,5
III	0,072	980	0,098	2450	910	> "	80,3
IV	0,084	800	0,120	2500	690	> "	76
V	0,059	1110	0,085	3700	950	ünm. groß	73,5
VI	0,073	832	0,139	3500	770	17940	84,5
VII	0,047	835	0,061	3750	700	>30000	81
VIII	0,048	970	0,072	3400	840	> "	78,9
IX	0,063	835	0,099	3160	690	> "	75,5
X	0,047	860	0,066	3400	750	> "	82,1
XI	0,061	1200	0,092	4400	1055	> "	77
XII	0,045	1160	0,061	4400	1030	> "	80,2
XIII	0,056	935	0,076	3500	850	> "	81,5
XIV	0,077	850	0,119	4000	780	23540	81,8
XV	0,052	890	0,064	3000	770	ünm. groß	79,5
XVI	0,071	720	0,097	2250	620	" "	78,5
XVII	0,072	1235	0,124	2910	1110	>30000	76,3
XVIII	0,054	1100	0,094	4000	900	> "	73,8
XIX	0,077	940	0,120	2400	840	ünm. groß	76,5
XX	0,068	975	0,089	3000	875	>30000	79,8

4) Stirn.

Versuchs-person	4650 (N)		204 (N)		KW	NW	φ°
	c	WW	c	WW			
I	0,091	480	0,420	2500	375	4500	79,4
II	0,105	500	0,325	2400	440	5760	80,5
III	0,084	740	0,232	3830	635	8930	77
IV	0,165	620	0,875	1800	500	2540	68
V	0,107	710	0,430	3100	650	4730	84,5
VI	0,120	685	0,243	3100	670	6420	88,5
VII	0,112	540	0,355	2790	480	5490	81
VIII	0,092	650	0,370	3000	540	5170	78,1
IX	0,086	1025	0,480	3180	770	5540	62,9
X	0,081	600	0,210	3700	475	7640	76
XI	0,145	650	0,700	2300	565	2480	74
XII	0,160	630	0,800	1960	530	2150	70
XIII	0,140	590	0,600	2300	535	3160	80,9
XIV	0,157	560	0,900	2000	460	2510	69,5
XV	0,096	555	0,369	3700	470	5240	79,8
XVI	0,105	480	0,303	3200	400	6266	79,5
XVII	0,083	895	0,340	3600	750	6040	74,8
XVIII	0,067	790	0,198	4000	635	11230	76,2
XIX	0,125	590	0,329	3000	530	5860	79,3
XX	0,067	665	0,350	4300	540	5610	80,9

5) Handfläche.

Versuchsperson	4650 (N)		204 (N)		HW	NW	φ°
	c	WW	c	WW			
I	0,038	830	0,100	6000	720	18430	85
II	0,055	770	0,080	4000	600	>30000	76
III	0,059	977	0,092	4130	750	> "	77
IV	0,040	1040	0,056	4900	830	> "	76
V	0,053	1110	0,103	4630	900	> "	72
VI	0,047	850	0,078	4000	730	> "	82
VII	0,039	940	0,066	5800	700	> "	75
VIII	0,032	1510	0,065	7500	1160	> "	74,3
IX	0,038	1030	0,052	4800	855	> "	79,5
X	0,051	850	0,104	5200	690	27220	77,1
XI	0,045	1190	0,056	4500	1075	>30000	81,1
XII	0,046	1040	0,069	5600	920	> "	81,1
XIII	0,049	965	0,063	3500	900	> "	83,5
XIV	0,052	900	0,077	4000	725	> "	74,9
XV	0,038	985	0,071	4800	660	ünm. groß	69,8
XVI	0,040	820	0,062	6000	666	>30000	80,8
XVII	0,051	1400	0,077	5000	1220	> "	76,3
XVIII	0,047	1060	0,082	5000	865	> "	75,2
XIX	0,042	1100	0,077	6000	900	> "	77,1
XX	0,041	1075	0,071	8000	850	38380	76,7

6) Brust.

Versuchsperson	4650 (N)		204 (N)		KW	NW	φ°
	l	VW	l	VW			
I	0,060	500	0,104	2600	365	> 30000	77,2
II	0,096	500	0,165	3500	410	15590	77
III	0,061	545	0,090	2500	425	> 30000	78,4
IV	0,107	500	0,250	2850	425	8575	78,8
V	0,044	720	0,059	5250	610	> 30000	83
VI	0,049	525	0,114	5000	410	18320	82,5
VII	0,048	705	0,120	4400	380	> 30000	67,2
VIII	0,047	580	0,090	5700	430	27340	80
IX	0,044	730	0,074	4400	750	> 30000	78,2
X	0,057	560	0,083	2800	440	> [illegible]	79,5
XI	0,064	640	0,150	4200	475	18000	74,5
XII	0,081	510	0,174	4000	450	11100	81,9
XIII	0,069	580	0,120	4100	505	20150	82,7
XIV	0,086	550	0,155	4000	490	12320	83,5
XV	0,082	495	0,191	4000	350	12700	72,8
XVI	0,074	430	0,103	2250	315	[illegible] groß	75,4
XVII	0,042	755	0,061	4000	580	> 30000	79,7
XVIII	0,032	1070	0,048	4600	760	[illegible] groß	76,9
XIX	0,040	630	0,056	4000	500	> 30000	87,1
XX	0,053	630	0,073	4000	500	> 40000	79,8

7) Unterschenkel (vorn).

Versuchs-person	4650 (N)		204 (N)		HW	NW	φ°
	l	WW	l	WW			
I	0,067	600	0,140	2900	480	29620	78,3
II	0,067	960	0,100	3250	900	>30000	80,8
III	0,058	770	0,082	2700	660	> "	80,5
IV	0,063	740	0,083	2550	660	> "	81
V	0,042	920	0,051	3600	780	> "	81,3
VI	0,035	840	0,061	3620	700	> "	82,2
VII	0,039	885	0,059	4400	700	> "	78,8
VIII	0,028	1065	0,041	4000	800	ünm. gross	78,2
IX	0,041	800	0,065	4600	610	>30000	77,5
X	0,078	750	0,200	3850	620	11200	76,5
XI	0,048	930	0,071	4050	760	>30000	77,1
XII	0,049	950	0,068	3500	770	> "	78
XIII	0,040	850	0,051	3400	720	> "	81,6
XIV	0,053	770	0,072	3300	620	> "	78,6
XV	0,051	1100	0,088	4000	870	ünm. gross	70,8
XVI	0,048	680	0,076	1800	470	" "	72,9
XVII	0,028	2000	0,043	6000	1845	>30000	83,3
XVIII	0,041	880	0,062	4250	645	ünm. gross	74,2
XIX	0,068	730	0,105	3200	620	>30000	78,9
XX	0,047	900	0,058	3000	790	ünm. gross	80,8

8) Oberschenkel (vorn).

Versuchs-person	4650 (N)		204 (N)		KW	NW	φ°
	ε	WW	ε	WW			
I	0,085	530	0,192	2500	450	15750	79,8
II	0,085	750	0,124	2700	670	>30000	79
III	0,068	700	0,118	2950	560	> "	75,5
IV	0,080	745	0,120	2200	650	> "	79
V	0,050	865	0,076	3500	700	> "	76
VI	0,066	580	0,110	2300	490	> "	80,6
VII	0,045	810	0,066	3850	660	> "	80
VIII	0,052	675	0,074	3700	560	> "	80,2
IX	0,053	675	0,101	3600	470	> "	73
X	0,050	1465	0,134	5400	1220	22800	71,7
XI	0,056	850	0,090	3450	690	>30000	77,1
XII	0,048	825	0,067	4100	670	> "	78,1
XIII	0,067	750	0,099	4040	675	35650	80,9
XIV	0,063	665	0,085	2400	560	>30000	80,8
XV	0,061	810	0,091	2800	660	ünm. groß	75,9
XVI	0,063	505	0,139	3700	330	25540	73,1
XVII	0,053	720	0,070	3000	640	>30000	82,3
XVIII	0,043	1200	0,082	4200	955	> "	73,3
XIX	0,099	580	0,203	3100	510	11750	78,9
XX	0,064	930	0,150	5000	765	16220	74,4

Versuchs-person	Schwankungs-breite von φ	Mittleres φ
I	75 – 85	79,1
II	76 – 83,5	80
III	75,5 – 80,5	77,7
IV	68 – 81	76,6
V	72 – 84,5	78,4
VI	80,6 – 88,5	83,5
VII	67,2 – 82,8	78,5
VIII	74,3 – 81,4	78,6
IX	62,9 – 83,9	76
X	71,7 – 82,1	77,9
XI	74 – 81,1	76,6
XII	70 – 81,9	78.
XIII	80,9 – 83,5	81,8
XIV	69,5 – 83,5	79,1
XV	69,8 – 79,8	75,8
XVI	72,9 – 80,8	76,9
XVII	74,8 – 83,3	78,8
XVIII	65,2 – 76,9	73
XIX	76,5 – 81,1	79
XX	74,4 – 80,9	79
		Gesamt-durchschnitt: 78,2.

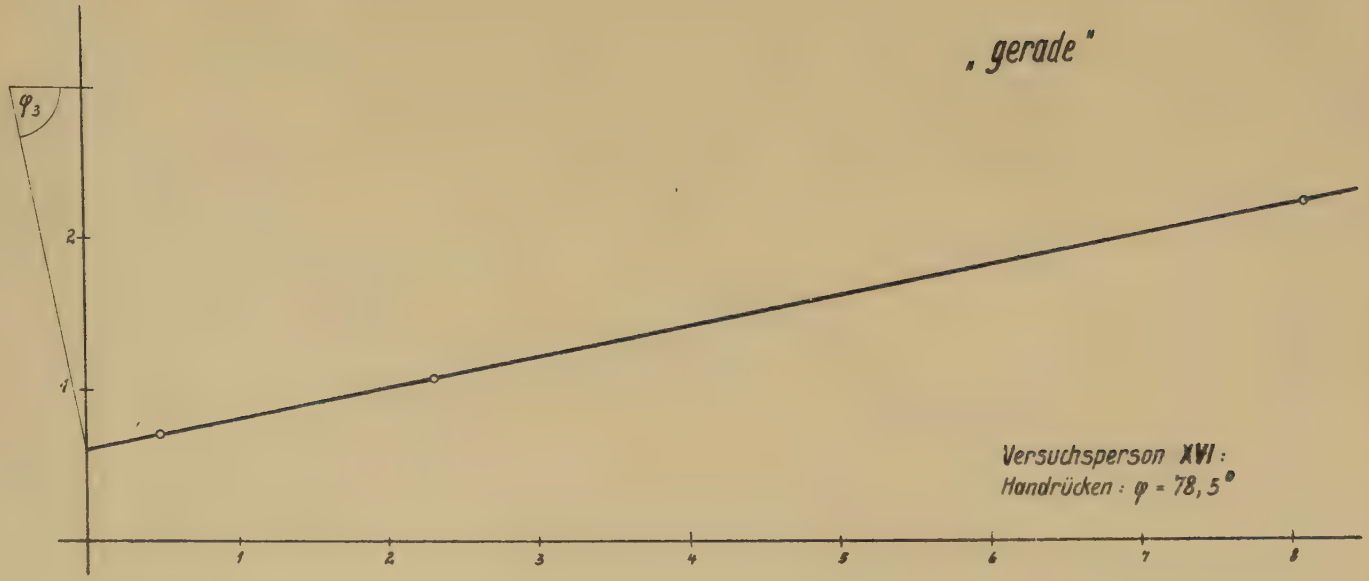
Mittelwerte

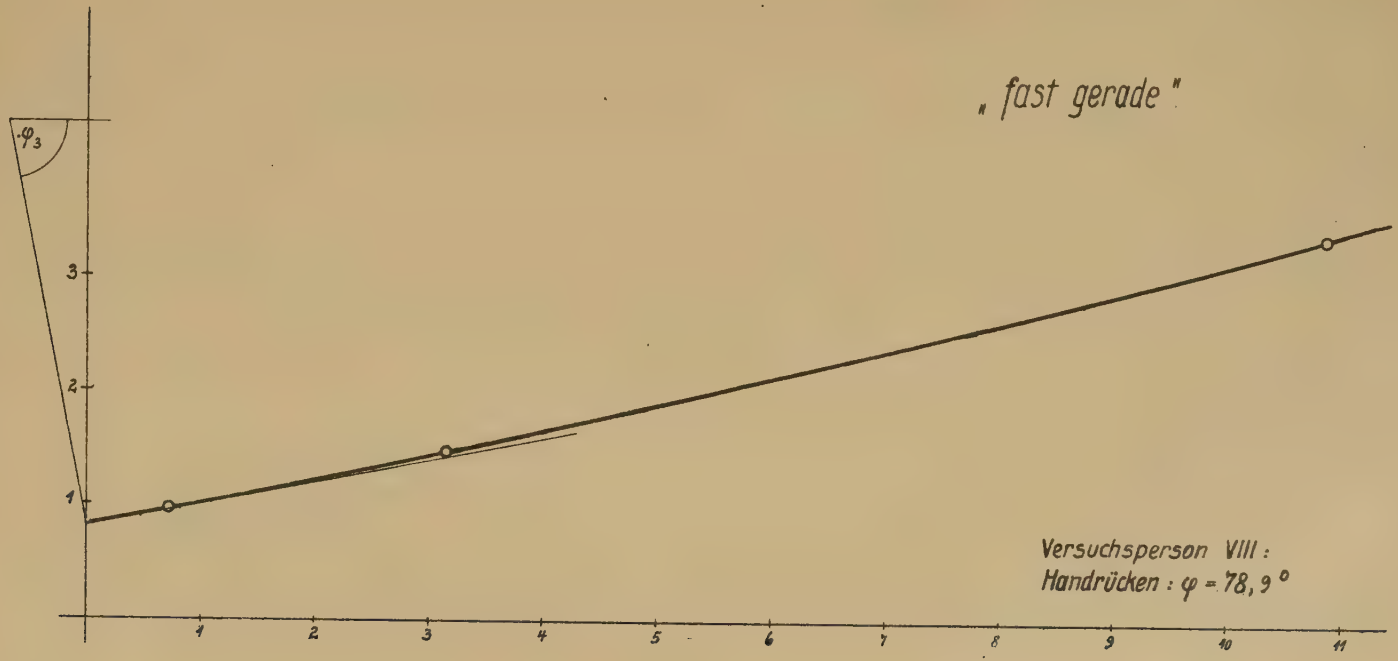
aus 20 Versuchspersonen.

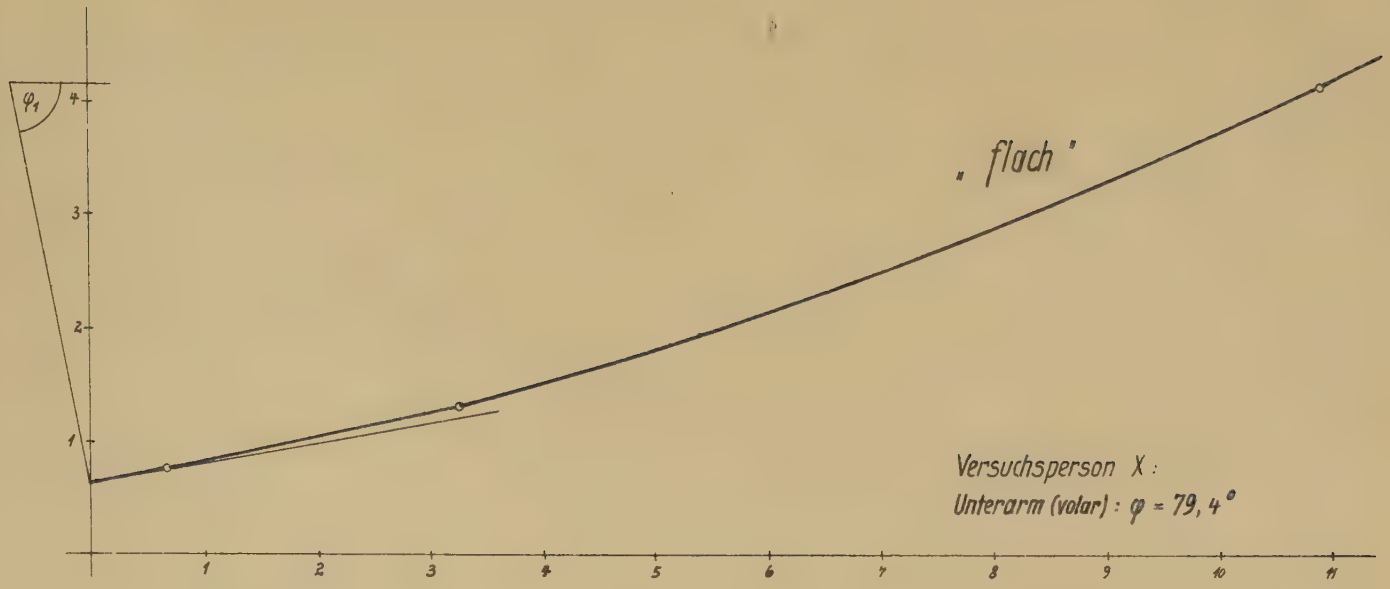
Hautstelle:	Winkel φ:
1) Unterarm (volar)	78,8
2) Unterarm (dorsal)	78,7
3) Handrücken	79,1
4) Stirn	77
5) Handfläche	77,5
6) Brust	78,5
7) Unterschenkel	78,6
8) Oberschenkel	77,5

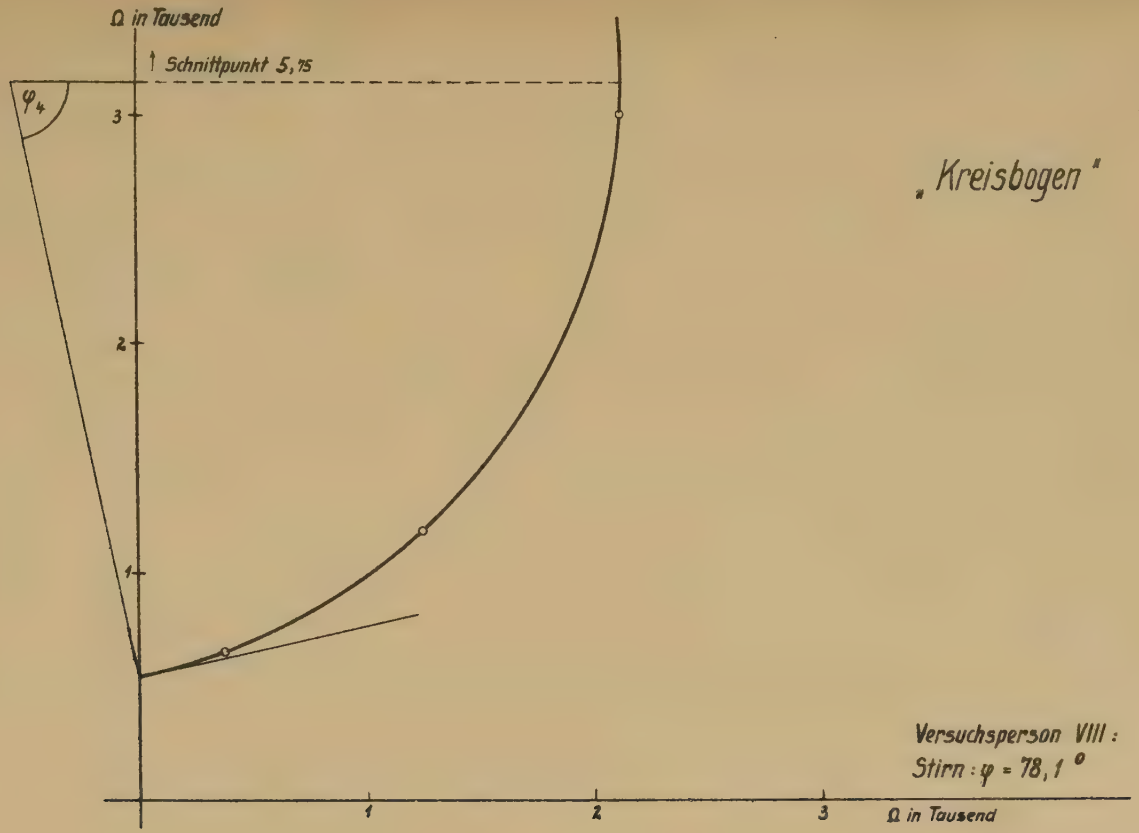
Vers.-pers.	Alter	Geschlecht	Größe cm	Gewicht kg	Körper-form
I	13	männl.	153	55	pyknisch
II	46	weibl.	164	84,5	"
III	26	"	156	49,6	schlank
IV	49	"	155	57	"
V	56	"	159	58	"
VI	28	männl.	170	67	"
VII	49	"	166	76	pyknisch
VIII	17	"	172	71	muskulär
IX	53	"	170	75	"
X	52	"	171	72	"
XI	43	weibl.	170	63	schlank
XII	17	"	169	61	"
XIII	48	"	168	60	"
XIV	54	"	162	75	pyknisch
XV	15	männl.	173	66	schlank
XVI	18	"	175	72	muskulär
XVII	28	weibl.	169	64	schlank
XVIII	44	"	155	63	pyknisch
XIX	13	männl.	148	42	schlank
XX	16	weibl.	156	55	"

Beispiele
für die vier charakteristischen
Kurvenformen


„ gerade"
φ_3
2
1
1
2
3
4
5
6
7
8
Versuchsperson XVI:
Handrücken: $\varphi = 78,5°$


„ fast gerade "
φ_3
3
2
1
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
Versuchsperson VIII :
Handrücken : $\varphi = 78,9°$


φ1
4
3
2
1
„ flach "
Versuchsperson X :
Unterarm (volar) : φ = 79, 4°
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11



„Kreisbogen"

Versuchsperson VIII:
Stirn: $\varphi = 78,1^{0}$

LEBENSLAUF.

Am 10. April 1912 wurde ich als Sohn des Studienprofessors Josef Lorenz zu München geboren. Hier besuchte ich von 1923 bis 1932 das Neue Realgymnasium. Nach bestandener Reifeprüfung wandte ich mich dem medizinischen Studium zu, das ich in München im Mai 1932 begann. Während der elf Semester blieb ich immer an der Universität München und legte im Herbst 1934 das Physikum und im Dezember 1937 das medizinische Staatsexamen ab. Vom 17. Januar bis 31. August 1938 war ich an der 1. Medizinischen Klinik und vom 1. September 1938 bis 17. Januar 1939 an der 2. Gynäkologischen Klinik des Krankenhauses links der Isar zu München tätig.